Aus der I. Medizinischen Klinik der Charité Berlin
(Direktor: Prof. Dr. Siebeck)

Ueber die Schwellenkonzentrationen saurer Geschmacksreize

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der

Zahnärztlichen Doktorwürde

an der

Friedrich-Wilhelms-Universität

zu Berlin

vorgelegt von

Zahnarzt
Berek Sztucki
aus Pultusk (Polen)

Tag der Promotion: 26. 11. 1934

Druck von Gebr. Hoffmann, Charlottenburg, Schillerstr. 44

33

Gedruckt mit Genehmigung

der

Medizinischen Fakultät der Universität Berlin.

Dekan: Prof. Dr. Gocht
Referent: Priv.-Doz. Dr. H. Hahn
Korreferent: Prof. Dr. Siebeck

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Meinem lieben Bruder

Max Sztucki

und dem Andenken

meines Vaters

in Dankbarkeit gewidmet

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41550808_0092

Das Schmecken wird in der Mundhöhle nicht nur durch die Zunge, sondern auch durch den weichen Gaumen sowie an der hinteren Fläche des Kehldeckels bewirkt. Die Empfangsorgane liegen in Geschmacksknospen. Für experimentelle Zwecke kommt am besten die Zunge als Hauptträger der Geschmacksorgane in Betracht. Sie eignet sich am besten für systematische Untersuchungen wegen ihrer leicht zugänglichen Lage. Die anderen Mundregionen sind für Versuche von minderer Bedeutung. Am Gaumen können Schling- und Würgereflexe, Speichelsekretionen und Abtröpfeln der Geschmacksstoffe auf benachbarte Schmeckflächen als Fehlerquellen in die Untersuchung eingehen und zu Täuschungen Anlaß geben.

Die Geschmacksempfindung findet durch Vermittlung von Geschmacksknospen statt, die zahlreich auf den Papillen der Zungenwurzel und zwar im Bereich der Papille circumvallatae sich befinden; an der Spitze und den Rändern der Zunge vermittels der Papillae fungiformes. Die anderen Papillae filiformes sind dem Geschmack gegenüber fast unempfindlich. Die Geschmacksknospen sind im geschichteten Plattenepithel der Zunge eingebettet. Die Geschmacksnerven enden frei an den Geschmacksknospen.

Die histologischen Untersuchungen der Zungenfläche ergeben, daß die Papillen an der Zungenfläche nicht nur individuell verschieden angeordnet, sondern auch bei ein- und derselben Person an symmetrisch gelegenen Stellen in ganz ungleicher Zahl vorhanden sind.

Hinsichtlich der ferneren Organisation der Zunge einschließlich der in dieselbe tretenden Nerven in ihrer Beziehung zur Geschmacksempfindung nahmen die älteren Forscher den Nervus

lingualis — des dritten Trigeminusastes — als Geschmacksnerv an, dann wurde der Chorda tympani des Facialis Geschmacksfasern zugeschrieben. Sorgfältige Präparation der Zungennerven von Zander weist dem Lingualis und Glossopharyngeus das Geschmacksgebiet auf der Zunge zu. Dafür sprechen die verschiedenen experimentellen und klinischen Beobachtungen über Geschmackslähmung.

Das bis jetzt gesammelte Material bei Untersuchungen des Geschmackssinnes zeigt in Einklang mit einer Reihe experimenteller Versuche, daß sehr große Differenzen zwischen den Ergebnissen verschiedener Untersucher vorhanden sind. Nach dem eine große Anzahl von Erlebnisarten aus der Reihe der Geschmäcke gestrichen worden war, weil es sich schon um andere Sinnesarten handelt, nimmt man gegenwärtig an, daß es nur vier isolierte Geschmacksqualitäten gebe, nämlich: salzig, süß, sauer und bitter.

In einer Zeitschrift von 1916 betonte H. Hennig allerdings, daß kein einziger Experimentator existiert, der bei Prüfung zahlreicher Stoffe nur vier isolierte Geschmacksarten vorgefunden hätte und der mit den vier Geschmacksnamen auskäme, sondern alle stießen auf viel mehr Qualitäten.

Oehrwall aber, der energischste Verfechter der vier getrennten Geschmäcker, bemerkt: „Zu bestimmen, ob es verschiedene Gattungen des Salzgeschmackes gibt, ist mißlich genug, denn es ist schwer, Salze zu finden, die nur salzig, nicht auch gleichzeitig sauer, bitter usw. schmecken." Cohn bemerkt z. B., daß der Begriff salzig ein äußerst vager ist, alle nur möglichen Abstufungen umfaßt und daß als „salzig" bezeichnete Körper selten den reinen Kochsalzgeschmack haben. Im Falle daß nur eine Art von „salzig" existieren sollte, so brauchte man keinen Unterschied im Geschmack zu merken, wenn das Mittagessen einmal mit Kochsalz, das andere Mal mit Bromkali gesalzen wird. In Wirklichkeit sei es anders.

Am Ende des 19. Jahrhunderts haben Richard, Kahlenberg und Kastle als erste behauptet, daß der saure Geschmack durch Wasserstoffionen bedingt wird, und diese Ansicht wurde auch

durch eine Reihe von weiteren Untersuchungen als richtig befunden. Zunächst schien es aber nicht angängig, die Menge der Wasserstoffionen, die sich in einer Lösung dissoziiert finden, für die Intensität des sauren Geschmackes verantwortlich zu machen. Es zeigte sich nämlich, daß gleich stark sauer schmeckende Lösungen durchaus nicht gleiche Menge von Wasserstoffionen zu enthalten brauchten, als man die Schwellenwerte für verschiedene Säuren bestimmte.

Richard fand den Schwellenwert des sauren Geschmacks der Schwefelsäure, Salpetersäure und Bromwasserstoffsäure bei einer Konzentration von etwas weniger als 0,001 normal. Für Essigsäure wurde der Schwellenwert bei 0,003 n. gefunden. In dieser Konzentration ist aber die Essigsäure nur zu $^1/_{13}$ dissoziiert, während die bei den anderen Säuren bei der betr. Konzentration beinahe vollständig dissoziiert sind. Kahlenberg hat bei seinem Versuche für die Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure und Bromwasserstoffsäure in gleicher Schwellenkonzentration etwa 0,00125 n. gefunden. Die Schwellenkonzentration für Essigsäure betrug 0,003 n., sodaß der durch diese Säure verursachte saure Geschmack etwa 4mal so stark war, als unter der Voraussetzung, daß der saure Geschmack allein von den aktuellen Wasserstoffionen verursacht wurde, zu erwarten war.

T. Paul hat nach der psychophysischen Konstanzmethode an 20—30 Versuchspersonen eine Anzahl sauerschmeckender Körper in verschiedenen Konzentrationen mit Salzsäure verglichen und die gleich sauer schmeckenden Stoffe zusammengestellt. Er fand, daß man wohl bei ein und derselben Säure, wie z. B. Salzsäure, den Grad der Verdünnung durch den Geschmack unterscheiden kann, daß aber beim Vergleich verschieden starker Säuren die gleichsauer schmeckenden Lösungen nicht, wie man erwartet hatte, die gleichen Konzentrationen an Wasserstoffionen haben, sondern daß die Lösungen der schwächeren Säuren verhältnismäßig zu sauer schmecken. Außerdem ergab sich, daß die Konzentrationen, bei

denen der saure Geschmack noch deutlich wahrnehmbar ist, bei den sauren Natriumsalzen verschiedener aliphatischer Säuren zwischen 0,01 und 0,0025 Mol in 1 Lit. Lösung liegen. Da die Konzentrationen der Wasserstoffionen in dieser Salzlösung im Verhältnis 1:70 schwanken, so muß man daraus schließen, daß sich die Säure-Geschmacksempfindung innerhalb viel engerer Grenzen bewegt.

Die Bedeutung der Wasserstoffionenkonzentration für den sauren Geschmack hat Liljestrand zu ermitteln versucht, indem er die Wasserstoffionenkonzentration direkt bestimmte. Aus seinen Tabellen ergeben sich für die starken Säuren die Schwellenwerte bei einem Ph von 3,4—3,5, bei den schwachen Säuren von 3,7—3,9.

Wurde eine Pufferlösung von 1 Ph = 3,9 in den Mund genommen, so hatte diese einen stark sauren Geschmack, der im Gegensatz zu dem rasch verschwindenden schwachen Geschmack der nicht gepufferten Säuren bestehen blieb, Während die Lösung im Munde gehalten wurde. Er nahm an, daß die freien Wasserstoffionen der nicht gepufferten Säuren schneller verschwanden, weil sie gegen den Zufluß von alkalischem Speichel weniger widerstandsfähig sind.

In neuerer Zeit wies H. Hahn in der „Klinischen Wochenschrift", 1932, auf die Unzulänglichkeit früherer Methoden hin, die sich bei der Untersuchung des Geschmacksinnes mit einfacher Aufnahme der Schmecklösungen in dem Mund oder deren Auftragen mittels Pinsels bezw. Glasstabes auf die Geschmackspapillen begnügten. Zu seiner neuen Methode ging er von der Erwägung aus, daß es nicht nur darauf ankomme, die Temperatur der Schmecklösungen während der Reizungen selber konstant zu erhalten, sondern daß man schon vor den Reizungen für eine bekannte konstante Temperatur des Sinnesfeldes sorgen müsse. Auch müßten die Reizungen wegen der örtlichen so sehr verschiedenen Geschmacksempfindlichkeit der Mundhöhle an stets gleichen Stellen stattfinden und der Umfang dieser Stellen, die Flächengröße des ge-

prüften Sinnesfeldes, müsse scharf umschrieben sein. Wichtig sei auch, die Schmecklösungen nur unvermischt mit Speichel zur Anwendung gelangen zu lassen sowie eine Miterregung von Geruchsnerven zu verhindern. Es genüge auch nicht der einfache Kontakt von Schmecklösungen mit dem Sinnesfeld, um eine Geschmacksempfindung auszulösen, vielmehr müßten die Schmecklösungen über das Sinnesfeld fließen, wobei für eine konstante Strömungsgeschwindigkeit gesorgt werden müsse.

Experimenteller Teil.

Meine Untersuchungen wurden mit dem von Hahn zu diesem Zweck eingeführten Reizobjekt durchgeführt. Dieses besteht aus einer U-förmigen Glasröhre, an deren Scheitel sich seitlich eine kreisrunde Oeffnung von 1,5 cm Durchmesser befindet. Nur durch diese Oeffnung, die während der Gesamtdauer eines Einzelversuches auf einer gekennzeichneten Zungenstelle aufruht, gelangen die Schmecklösungen mit den nervösen Geschmacksorganen in Kontakt. Die U-Röhre ist in ein Schlauchsystem so eingefügt, daß ihr einer Schenkel mitZ dem Abfluß, der andere mit einem Trichter in Verbindung steht. Durch Heberwirkung wird die Zungenoberfläche an die Reizöffnung des Reizobjektes unter leichtem Unterdruck angesaugt. Vor den Reizungen durchströmt das Reizobjekt 15 Sekunden lang zur Fortspülung des Speichels und zur Einstellung des beabsichtigten Temperatur Wasser von konstanter Temperatur, das im Gegensatz zu den eigentlichen Reizlösungen von Hahn als „Schaltwasser" bezeichnet wird. Der Durchfluß der Schmecklösungen in Menge von jeweils 50 ccm dauert 7 Sekunden, danach wird zur Abspülung der Schmecklösungen wieder Schaltwasser für 5—10 Sekunden eingeschaltet.

Bei den Versuchsmethoden habe ich mich genau an die Angaben von Hahn gehalten:

Zu den Versuchen befindet sich die Stirnebene der sitzenden

Versuchsperson etwa 5 cm von dem durch ein Stativ gehaltenen Trichterrand von ihr entfernt. Die rechte Hand der Versuchsperson umfaßt das vom Trichterhals am Schlauch herabhängende Reizobjekt an beiden Schenkeln und legt seine Geschmacksöffnung leicht gegen die aus dem Mund ein wenig vorgestreckte Zunge an. Die Reizstellen lagen an beiden Versuchspersonen an der Zungenspitze rechts von der Mittellinie. Die richtige Lage der Geschmacksöffnung wird quer durch den Sulcus medianus linguae bestimmt, den eine Seite des Oeffnungsrandes unmittelbar tangential berührt. Die genaue Lageeinstellung in der Längsrichtung der Zunge wird durch Querfurchen oder einzelne größere Zungenpapillen als Fixationspunkte ermöglicht.

Daß keine Flüssigkeit zwischen Zunge und Geschmacksöffnung entweicht, wird nicht nur durch äußeren Druckaufwand, sondern allein schon durch den Unterdruck gewährleistet, der infolge Heberwirkung während der Durchströmung an der Oeffnung herrscht und an ihren Rand die Zunge ansaugt. Entsprechend dem hierbei annähernd konstanten Saugdruck wird die Beurteilung der Geschmackswahrnehmung auch nicht durch einen zu wechselnd starken Tasteindruck gestört.

Die durch die Vorübungen zu beseitigenden Störungen wurden durch den Tasteindruck der Geschmacksöffnung, sodann durch die ungewohnte Zungenhaltung bedingt. Die Anzahl in einer Sitzung zulässiger Versuche war nicht allein durch Ermüdbarkeit der Versuchspersonen begrenzt; bei der Ueberschreitung einer Höchstzahl von Einzelversuchen beobachtete ich Veränderungen der Reizschwellen und mein Mitarbeiter fühlte leichte brennende Schmerzen an der Zunge. Wir mußten unsere Versuche dann um mindestens einen Tag unterbrechen.

Das Schaltwasser (von 21 ° C.) befand sich in einem Standgefäß und wurde durch einen Schlauch zu einem Hahn geleitet, der die Ein- und Ausschaltung des Wassers augenblicklich durchzuführen gestattete. Aus dem Hahn entleert sich die Flüssigkeit in

den Trichter, von dem sie durch einen 10 cm langen Schlauch in das Reizobjekt und von dort durch einen weiteren Schlauch in den Abfluß gelangte. Die Schmecklösungen, die zur Bestimmung der Reizschwellen dienen, wurden unmittelbar nach der Ausschaltung des Wassers aus einem Meßkölbchen in Mengen von stets 50 ccm vom Versuchsleiter in den Trichter entleert. Die Versuchsperson hat dann zu entscheiden, ob die Schmecklösung eine saure Geschmacksempfindung verursacht oder nicht. Das Versuchsziel ist, die geringste Konzentration der Schmecklösungen, die regelmäßig noch eben merkliche Geschmacksempfindung verursacht bezw. die höchste Konzentration, die ausnahmslos nicht mehr geschmeckt wird, zu bestimmen und diese Konzentrationen (die Streuungsbreite) möglichst einander anzunähern.

Zur Bestimmung einer einzelnen Reizschwelle variierten wir die Konzentrationen der Schmecklösungen solange, bis von jeder 5 Einzelversuche vorlagen, bei denen die stärksten Reize 5 positive, die schwächsten 5 negative Urteile herbeigeführt hatten oder bis bei zwei verschiedenen Konzentrationen 2mal 4:1 (bezw. 1:4) Urteile aufgetreten waren. Im allgemeinen haben wir vermieden, gleiche Reizstärken öfters als zweimal hintereinander darzubieten.

In orientierenden Versuchen konnten wir uns überzeugen, daß, wie Hahn gefunden hat, die Temperatur auf die Wirkung der sauren Geschmackreize keinen Einfluß hat. Ich habe bei verschiedenen Säuren die Temperatur sowohl der Schmecklösungen als auch des Wassers verschiedentlich variiert, ohne daß dadurch die Schwellenkonzentrationen verändert wurden. Die Untersuchungen zur Tabelle habe ich einheitlich bei einer Temperatur des Schaltwassers von 21° C. und der Schmecklösung von 23° C. durchgeführt. Hierbei verursachten die Schmecklösungen keine Kälteempfindung, da die Kältenerven an der Versuchsstelle beim Durchstrom der Schmecklösungen bereits auf 23° C durch das Schaltwasser adaptiert waren.

Zur Einübung auf die Methode, bis wir eine Streuungsbreite der Konzentrationen von weniger als $^1/_5$ der stärksten Salzsäure-Konzentrationen erreichten, benötigten wir fast drei Wochen; erst dann lagen die Mittelwerte der Versuchsergebnisse und die Streuungsbreiten so nahe zusammen, wie die Tabelle zeigt. Nunmehr erst begannen die Versuche mit den anderen Säuren.

Die Versuche fanden von Oktober 1933 bis April 1934 statt. In dieser Zeit habe ich die Schwellenkonzentration von 12 Säuren bestimmt. Hierzu stellte sich cand. med. dent. L. Kurta sowohl als Versuchsperson als auch als Versuchsleiter zur Verfügung, sodaß jede Schwellenbestimmung an ihm und an mir doppelt durchgeführt werden konnte. Die Ergebnisse sind in den Tabellen zusammengestellt.

R.	V.P.	Kon. 1/1000 n	U. +	U. −	U. +	U. −	V.P.	Kon. 1/1000 n	U. +	U. −	U. +	U. −
								3,3	5:0			
								3,2	4:1			
								3,1	1:4			
		3	5:0	5:0				3,0	3:2			
Salzsäure HCl	K.	2,9	3:2	3:2	5:0		S.	2,9	1:4	5:0		
		2,8	3:2	1:4	3:2			2,8	1:4	4:1	5:0	
		2,7	1:4	1:4	4:1			2,7		4:1	4:1	
		2,6	1:4		3:2			2,6		3:2	2:3	
		2,5			0:5			2,5		2:3	3:2	
								2,4		1:5	3:2	
								2,3		0:5	3:2	
								2,2			0:5	
M. W.			2,8	2,85	2,7				3,1	2,6	2,5	
		3,5	5:0					3,0	4:1			
		3,4	2:3					2,9	4:1			
Chloressigsäure $CH_2ClCOOH$	„	3,3	3:2				„	2,8	3:2			
		3,2	3:2					2,7	2:3			
		3,1	0:5					2,6	1:4			
								2,5	1:4			
M. W.			3,3						2,85			
		3,8	5 : 0					3,8	5 : 0			
		3,7	1 : 4					3,7	2 : 3			
Chlorsäure $HClO_3$	„	3,6	2 : 4				„	3,6	3 : 2			
		3,5	2 : 3					3,5	0 : 5			
		3,4	0 : 5									
M. W.			3,6						3,65			
		3,5	5 : 0					2,7	5 : 0			
		3,4	3 : 2					2,6	3 : 2			
Chromsäure H_2CrO_4	„	3,3	2 : 3				„	2,5	4 : 1			
		3,2	1 : 4					2,4	1 : 4			
		3,1	0 : 5					2,3	1 : 4			
M. W.			3,3						2,5			
		3,3	4 : 1					2,9	5 : 0			
		3,2	3 : 2					2,8	4 : 2			
Jodsäure HJO_3	„	3,1	2 : 3				„	2,7	2 : 3			
		3,0	1 : 4					2,6	0 : 5			
		2,9	1 : 4									
M. W.			3,1						2,75			
		2,9	5 : 0					3,5	4 : 1			
		2,8	4 : 1					3,4	4 : 1			
Jodproprionsäure $J_2.C_2H_4.COOH$	„	2,7	3 : 2				„	3,3	2 : 3			
		2,6	2 : 3					3,2	1 : 4			
		2,5	0 : 5					3,1	1 : 4			
M. W.			2,7						3,3			

R.	V.P.	Kon. 1/1000 n	U. +	U. −	U. +	U. −	V.P.	Kon. 1/1000 n	U. +	U. −	U. +	U. −
Maleinsäure $C_2H_2(COOH)_2$	K.	3,2 3,1 3 0 2,9 2,8	5 : 0 2 : 3 3 : 2 0 : 5				S.	3,5 3,4 3,3 3,2 3,1 3,0 2,9	5 : 0 1 : 4 3 : 2 2 : 3 2 : 3 1 : 4 1 : 4			
B. W.			3,0						3,2			
Bromsäure $HBrO_3$	„	2,9 2,8 2,7	5 : 0 2 : 3 0 : 5				„	2,8 2,7 2,6 2,5 2,4	5 : 0 2 : 3 1 : 4 1 : 4 0 : 5			
M. W.			2,8						2,6			
Weinsäure $(COOH)_2(CHOH)_2$	„	3,4 3,3 3,2 3,1 3,0	5 : 0 3 : 2 3 : 2 1 : 4 1 : 4				„	3,1 3,0 2,9 2,8	5 : 0 3 : 2 2 : 3 0 : 5			
M. W.			3,2						2,95			
Phosphorsäure H_3PO_4	„	7,0 6,9 6,8 6,7 6,6 6,5 6,4 6,3 6,2 6,1	5 : 0 2 : 3 1 : 4 2 : 3 3 : 2 0 : 5	5 : 0 0 : 5 1 : 4 1 : 4	5 : 0 3 : 2 1 : 4 2 : 3 0 : 5		„	5,6 5,5 5,4 5,3 5,2 5,1 5,0 4,9	4 : 1 4 : 1 2 : 3 1 : 4 3 : 2 2 : 3 1 : 4 1 : 4	4 : 1 1 : 4 0 : 5	4 : 1 4 : 1 3 : 2 2 : 3 2 : 3 0 : 5	
M. W.			6,75	6,35	6,3				5,25	5,4	5,25	
Kakodylsäure $C_2H_3(CH_3)_2AsOOH$	„	7,0 6,9 6,8 6,7 6,6 6,5	5 : 0 3 : 2 5 : 0 4 : 1 4 : 1 0 : 5				„	7,0 6,9 6,8 6,7 6,6 6,5	5 : 0 2 : 3 5 : 0 3 : 2 2 : 3 0 : 5			
M. W.			6,75						6,75			
Valeriansäure C_4H_9COOH	„	7,0 6,9 6,8 6,7 6,6 6,5	5 : 0 4 : 1 2 : 3 3 : 2 2 : 3 0 : 5				„	9,5 9,4 9,3 9,2 9,1	5 : 0 2 : 3 3 : 2 3 : 2 0 : 5			
M. W.			6,75						9,3			

Erläuterung zur Tabelle:

In der Tabelle sind unter **R** die untersuchten Säuren eingetragen, unter **V.P.** die Versuchspersonen; unter **Kon.** die Säurekonzentrationen in 1/1000 Normalsäure; unter **U** die Urteile, und zwar unter + die Anzahl positiver, unter — die negativen Urteile über das Auftreten einer sauren Geschmackswahrnehmung in 5 Einzelversuchen. Die Mittelwerte der Schwellenkonzentrationen finden hier unterhalb jeder Versuchsserie hinter **MW** vermerkt. Für die Bestimmung der Salzsäureschwelle habe ich je 3 Ergebnisse wiedergegeben, die als letzte am Ende der Einübungszeit gewonnen wurden.

Besprechung der Versuchsergebnisse

Von den 12 von uns untersuchten Säuren haben als bemerkenswertes Ergebnis nicht weniger als 9 eine Reizschwellenkonzentration ergeben, die bei annähernd gleichem Titrationswert der Säuren liegt. Es ergibt sich damit nunmehr, daß in der Regel für den sauren Geschmack der Säuren die Titrationsacidität entscheidend ist. Denn außer den 9 von uns untersuchten Säuren hat bereits Hahn an 12 weiteren wahllos herausgegriffenen Säuren den gleichen Befund erhoben, so daß die 3 Säuren, bei denen wir einen anderen Titrationswert der Schwellenkonzentration fanden, nämlich Valeriansäure, Kakodyldäure und Phosphorsäure, als Ausnahme zu bewerten sind. Der Uebersicht halber seien hier die 21 Säuren, die bisher eine titrimetrisch gleiche Reizschwellenkonzentration ergeben haben, namentlich aufgeführt:

1.) 0,0029 n-Acetyl-Salicylsäure
2.) 0,0032 n-Ameisensäure
3.) 0,0035 n-Benzoesäure
4.) 0,0033 n-Bernsteinsäure
5.) 0,0028 n-Bromsäure
6.) 0,0033 n-Chloressigsäure
7.) 0,0033 n-Chromsäure
8.) 0.0033 n-Citronensäure
9.) 0,0032 n-Essigsäure
10.) 0,0033 n-Gallussäure
11.) 0,0031 n-Jodsäure
12.) 0,0027 n-Jodproprionsäure.
13.) 0,0030 n-Maleïnsäure
14.) 0,0034 n-Milchsäure.
15.) 0,0033 n-Salzsäure
16.) 0,0031 n-Salpetersäure
17.) 0,0030 n-Salycilsäure
18.) 0,0033 n-Oxalsäure
19.) 0,0031 n-Schwefelsäure
20.) 0,0036 n-Chlorsäure
21.) 0,0031 n-Weinsäure
22.) 0,0067 n-Kakodylsäure
23.) 0,0052 n-Phosphorsäure
24.) 0,0067 n-Valeriansäure

In den Reizschwellenkonzentrationen bei Titrationswerten um 3/1000 Normalsäure unterscheidet sich die Wasserstoffionenkonzentration der recht verschieden starken Säuren noch sehr beträchtlich, sodaß etwa die Salzsäure um über 10fach stärker elektrolytisch dissoziiert ist als die Essigsäure. Es ist infolgedessen unmöglich, den sauren Geschmack ursächlich auf die Wasserstoffionenkonzentration zurückzuführen, da die Fehlerbreite des Verfahrens bei Hahn ± 11 %, bei unseren Versuchen ± 12 % (bei Kurta als Versuchsperson) bezw. ± 19 % (bei mir) der Mittelwerte betrug, wenn von den Kakodyl-, Phosphor- und Valeriansäuren abgesehen wird. Die verhältnismäßig so geringe Fehlerbreite des Verfahrens, die zu belegen ich meine Versuchsergebnisse in extenso in der Tabelle wiedergegeben habe, beweist vielmehr mit Sicherheit, daß tatsächlich allein der Titrationswert der Säuren für den sauren Geschmack maßgebend ist.

Damit wird aber bereits die Vermutung anderer Autoren recht unwahrscheinlich, daß in Wirklichkeit dennoch die Wasserstoffionen den sauren Geschmacksreiz ausüben sollen, die fehlende Parallelität zu den in den Schmecklösungen unmittelbar vorhandenen Wasserstoffionenkonzentrationen durch Pufferwirkung an oder in der Zungenoberfläche verdeckt werden sollten. Denn das Ergebnis einer solchen hypothetischen Pufferwirkung könnte doch an sich nicht die Unterschiede in der Ph der verschiedenen Säuren so vollkommen beseitigen, zumal bei unseren Versuchen der vorwiegend als Pufferungsquelle in Betracht gezogene Speichel ja ausgeschaltet wird. Hinzu kommt noch, daß Hahn bereits den Pufferfaktor unmittelbar untersucht hat, indem er verschiedenen Säuren ihre Salze beimischte und auch dann den sauren Geschmack bei gleichem Titrationswert auftreten sah.

Daß ein tatsächlicher Titrationsvorgang in der Zungenoberfläche die Geschmacksnerven erregen sollte, konnte von Hahn bereits als unwahrscheinlich bezeichnet werden. Hiergegen sprechen als weiterer Beitrag die drei Säuren meiner Tabelle, die zwar

auch sauer schmeckten, deren Schwellenkonzentrationen aber bei einem um das 2- bis 3-fache höheren Titrationswert lagen.

Ueber den Zusammenhang von saurer Geschmacksreizwirkung und Titrationsazidität der Säuren soll von Hahn erst abschließend berichtet werden, wenn noch eine weitere Reihe von Untersuchungen beendet sind, die sich gegenwärtig im Gange befinden.

Aus der Uebereinstimmung, die der Titrationswert der Geschmacksschwellenkonzentration von Säuren in der Regel aufweist, läßt sich jedenfalls schon jetzt ableiten, daß in den Säuren etwas chemisch Uebereinstimmendes vorhanden sein muß, das die Erregung der Geschmacksnerven herbeiführt. Daraus läßt sich bereits folgern, daß die Säuren auch der gleichen Geschmacksqualität zugehören, der saure Geschmack eine isolierte Reizqualität umfaßt.

Hierüber zu entscheiden ist das rein introspectative Vorgehen nicht ausreichend, wie die gelegentlichen Zweifel der zitierten Autoren über diesen Gegenstand bezeugen. Hierzu kommt, daß bei unseren Untersuchungen mit Schwellenreizen die auftretenden Geschmackswahrnehmungen so gering sind, daß sie die Versuchsperson zwar dem Begriff des sauren Geschmackes einzuordnen vermochte, geringe qualitative Abweichungen jedoch naturgemäß der Beurteilung entgehen konnten. Zum Zweck einer experimentellen Untersuchung dieser Frage haben wir aber noch die Säuren untereinander vermischt und die Schwellenkonzentrationen der Mischungen bestimmt. Ueber diese Untersuchung berichtet gleichzeitig L. Kurta in seiner Doktordissertation.

Zusammenfassung.

Die Reizschwellenbestimmungen im Bereich des Geschmackssinnes mit den bisher üblichen Methoden enthalten verschiedene Fehlerquellen, die durch eine neue Methode von Hahn vermieden wurden. Bei dieser Methode werden die Schmecklösungen mit konstanter Geschwindigkeit, konstanter Temperatur und konstanter Konzentration über eine unveränderliche umschriebene Zungenstelle geleitet.

Zur Beherrschung dieser Methode benötigten wir eine dreiwöchentliche Einübungszeit, während der wir täglich etwa 50 Einzelreizungen ausübten. Danach konnten wir die Säurekonzentrationen saurer Geschmacksreize mit einer Sicherheit von $< \pm 19\ \%$ bestimmen.

Mit diesem Verfahren konnte ich an 9 untersuchten Säuren in Uebereinstimmung mit Hahn feststellen, daß in der Regel Säuren beim gleichen Titrationswert ihre Schwellenkonzentration haben.

Danach ist die vielfach vertretene Ansicht, daß die elektrolytisch dissoziierten Wasserstoffionen die Ursache des sauren Geschmacksreizes sind als widerlegt zu bezeichnen.

Drei weitere von mir untersuchte Säuren erregten die Geschmacksnerven in Schwellenkonzentrationen, deren Titrationswert jenseits der Fehlerbreite des Verfahrens um ein Beträchtliches höher lagen als die übrigen Säuren.

Hieraus wird nun gefolgert, daß der sauren Geschmacksreizung nicht ein einfacher Titrationsvorgang zu Grunde liegen kann.

Für die Ueberlassung des Themas und für die besondere Mühe, sage ich Herrn Oberarzt Dr. H. Hahn meinen verbindlichsten Dank.

Literatur.

Bidder, F.: Schmecken. Handwörterbuch der Physiologie von Wagner 1846. Bd. III.

Hahn, H.: Einige für den Geschmackssinn neue Gesetzmäßigkeiten. Klinische Wochenschrift 3. IX. 1932.

— Die Adaptation des Geschmacksinnes. Zeitschrift für die Sinnesphysiologie Bd. 65, 1934.

— Ueber die Adaptation des Geschmacksinnes. Fortschritte der Medizin. 22. V. 1933.

Hahn und Günther: Ueber die Reize und die Reizbedingungen des Geschmacksinnes. Pflügers Archiv für die ges. Phys. des Menschen und der Tiere. 231. Bd. 1. Heft 1932.

Hennig, H.: Der menschliche Geschmacksinn. Ergebnisse der Physiologie von Ascher und Spiro XIX. Band 1921.

Liljestrand, G.: Ueber den Schwellenwert des sauren Geschmacks. Archives néerlandaises de Physiologie de l'homme et des animaux von H. Zwaardemaker Czn Tome VII. 1922.

Paul, T.: Beziehungen zwischen saurem Geschmack und Wasserstoffionenkonzentration. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft S. 2124.

Skramlik, E. von: Physiologie des Geschmacksinnes, Handbuch d. Pys. der niederen Sinne. Bd. I. 1926.

Vintschgau, M. von: Physiologie des Geschmacksinns und des Geruchsinnes. Handbuch der Physiol. der Sinnesorgane II. Teil, III. Band von Hermann 1880.

Lebenslauf.

Ich, Berek Sztucki, bin am 13. 1. 1896 als Sohn des Fabrikanten Josef Sztucki und seiner Ehefrau Eva Sztucka (geb. Wasserzug) in Pultusk geboren. Nach vierjährigem Besuch einer Volksschule kam ich auf das staatliche Gymnasium zu Pultusk, wo ich im Jahre 1920 die Reifeprüfung bestand. Ich studierte an der Warschauer Universität Philosophie (Naturwissenschaft). Durch den Tod meines Vaters mußte ich nach 7 Semestern mein Studium unterbrechen. Inzwischen war ich 4 Jahre als staatlicher Lehrer angestellt. Im Wintersemester 1929 begann ich das Studium der Zahnheilkunde in Berlin, wo ich im Februar 1931 das Physikum und am 21. Februar 1934 das Staatsexamen bestanden habe.